

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003)

PCT

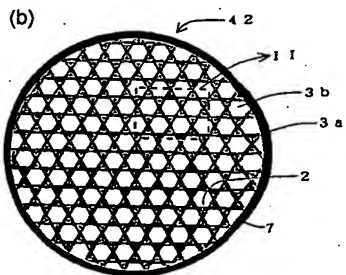
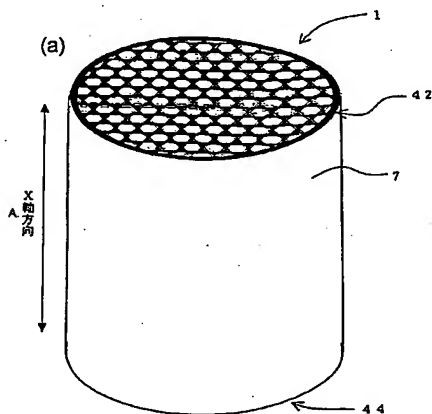
(10) 国際公開番号
WO 03/080218 A1

- (51) 国際特許分類: B01D 39/20 467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 Aichi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03321
- (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 19 日 (19.03.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-83710 2002 年 3 月 25 日 (25.03.2002) JP
特願2002-354051 2002 年 12 月 5 日 (05.12.2002) JP
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 伊藤 志成 (ITO, Motonari) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
水谷 貴志 (MIZUTANI, Takashi) [JP/JP]; 〒467-8530 愛知県 名古屋市 瑞穂区 須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 渡邊 一平 (WATANABE, Kazuhira); 〒111-0053 東京都 台東区 浅草橋3丁目20番18号 第8菊星タワービル3階 Tokyo (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本碍子株式会社 (NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: HONEYCOMB FILTER

(54) 発明の名称: ハニカムフィルター



A: X-AXIS DIRECTION

(57) Abstract: A honeycomb filter (1), comprising the inflow end face (42) and the outflow end face (44) of processed fluid, porous partition walls (2) extending from the inflow end face (42) to the outflow end face (44), and a large number of flow holes (3a) and (3b) partitioned by the partition walls (2) and passing through from the inflow end face (42) to the outflow end face (44), wherein the specified flow holes (3a) are sealed at the inflow end face (42) and the remaining specified flow holes (3b) are sealed at the outflow end face (44), and where the total of the cross sections of the flow holes (3a) sealed at the inflow end face (42) is A (mm²) and the total of the cross sections of the flow holes (3b) sealed at the outflow end face (44) is B (mm²), a relation between A and B is A < B, whereby the honeycomb filter (1) having a pressure loss increasing with elapse of use time can be provided.

(57) 要約: 被処理流体の流入端面 42 及び流出端面 44 と、流入端面 42 から流出端面 44 まで延びる多孔質の隔壁 2 と、隔壁 2 により仕切られ流入端面 42 から流出端面 44 まで貫通する多数の流通孔 3a 及び 3b とを有し、流入端面 42 において所定の流通孔 3a が封止されており、流出端面 44 において残余の所定の流通孔 3b が封止されているハニカムフィルター 1 である。流入端面 42 において封止されている流通孔 3a の断面積の合計を A (mm²)、流出端面 44 において封止されている流通孔 3b の断面積の合計を B (mm²) とした場合に、A < B の関係であるハニカムフィルター 1 である。使用による圧力損失の経時的な増加が少ないハニカムフィルターである。



DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

ハニカムフィルター

技術分野

本発明は、内燃機関、ボイラー等の排ガス中の微粒子捕集等の気体の濾過、上下水などの液体の濾過に用いることができる多孔質のハニカムフィルターに関し、特に使用による圧力損失の増大が少ないハニカムフィルターに関する。

背景技術

内燃機関、ボイラー等の排ガス中の微粒子や有害物質は、環境への影響を考慮して排ガス中から除去する必要性が高まっている。特にディーゼルエンジンから排出される微粒子（以下PMという）の除去に関する規制は欧米、日本国内ともに強化される方向にあり、PMを除去するための捕集フィルター（以下DPFという）にハニカム構造フィルターの使用が注目されている。また、上下水などの液体の濾過にもハニカムフィルターが使用されている（例えば特開平4-301114号公報参照）。

この様な目的で使用するハニカムフィルターは、一般に、図13（a）、（b）に示すように、被処理流体の流入端面42及び流出端面44と、端面42から端面44まで延びる隔壁2と、隔壁2により仕切られ流入端面42から流出端面44まで貫通する多数の断面四角形状の流通孔3a及び3bとを有し、端面が市松模様状を呈するように、隣接する流通孔3a及び3bが互いに反対側となる一方の端部で封止された構造を有する。この様な構造を有するハニカムフィルターにおいて、気体や液体などの被処理流体は、流入端面42において開口している流通孔3b、即ち流出端面44において封止されている流通孔3bに流入し、多孔質の隔壁2を通して隣の流通孔3a、即ち流入端面42において封止され、流出端面44において開口している流通孔3aから排出される。この際、隔壁2がフィルターとなり、捕捉されたものは隔壁上に堆積する（例えば特開平4-301114号公報参照）。

この様なフィルターを用いた場合、濾過抵抗などによる圧力損失が問題となり

、圧力損失の小さなフィルターが求められている。一般にフィルターを使用すると経時的にフィルター上に堆積物が堆積し、圧力損失が増大するため、経時変化による圧力損失の増加が少ないハニカムフィルターが求められている。特にハニカムフィルターをDPFに用いた場合には、圧力損失の増大により、内燃機関の出力低下や燃費の悪化を招くため、圧力損失の経時的な増加が少ないハニカムフィルターが特に求められている。

発明の開示

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、使用による圧力損失の経時的な増加が少ないハニカムフィルターを提供することにある。

本発明は、被処理流体の流入端面及び流出端面と、前記流入端面から前記流出端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ、前記流入端面から前記流出端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、前記流入端面において所定の流通孔が封止されており、前記流出端面において残余の所定の流通孔が封止されているハニカムフィルターであって、前記流入端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面積の合計をA (mm²)、前記流出端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面積の合計をB (mm²)とした場合に、 $A < B$ の関係であることを特徴とするハニカムフィルターを提供するものである。

本発明において、前記BがAに対して、 $(A \times 1.1) \leq B \leq (A \times 1.5)$ の範囲であることが好ましく、流入端面において封止されている流通孔1個当たりの、流通孔の長手方向に対する垂直断面における平均面積をC (mm²/1流通孔)、流出端面において封止されている流通孔1個当たりの、前記垂直断面における平均面積をD (mm²/1流通孔)とした場合に、 $C < D$ の関係であることも好ましい。また、一の隔壁を挟んだ両側の流通孔が互いに反対側の端面において封止されており、流入端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面形状と、流出端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面形状が異なることも好ましく、流通孔の長手方向に対する垂直断面にお

ける隔壁の断面形状が、所定形状を一単位とした繰り返しにより構成されていることも好ましい。また、流通孔の長手方向に対する垂直断面における隔壁の断面積の合計を E (mm^2) とした場合に、前記 A (mm^2) と前記 B (mm^2) と前記 E (mm^2) との関係が、 $A : B : E = 4 \sim 30 : 32 \sim 57 : 7 \sim 64$ の範囲であることが好ましく、流通孔の長手方向に対する垂直断面における隔壁の平均厚さを F (mm) とした場合に、前記 D ($\text{mm}^2 / 1$ 流通孔) と前記 F (mm) との関係が、 $D / F \geq 5.5$ ($\text{mm} / 1$ 流通孔) であることが好ましい。また、隔壁の気孔率が 20% 以上であることが好ましい。また、隔壁がセラミックス及び／又は金属を主成分とすることが好ましく、前記主成分が、コージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪素、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミニウム、 $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{Al}$ 系金属及び金属珪素から選ばれる 1 種又は 2 種以上であることが更に好ましい。また、隔壁上に触媒が担持されていることも好ましく、複数のハニカム構造のセグメントが一体化されてなることも好ましく、ハニカムフィルターが、ディーゼルエンジンから排出される微粒子捕捉用であることも好ましい。

図面の簡単な説明

図 1 (a) は本発明に係るハニカムフィルターの一形態を示す模式的な斜視図、図 1 (b) は本発明のハニカムフィルターの一形態を示す模式的な平面図である。

図 2 は図 1 (b) の II 部を拡大した拡大図である。

図 3 は図 2 に対応する部分の底面図である。

図 4 は本発明に係るハニカムフィルターの別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 5 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 6 は、本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 7 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一

部拡大図である。

図 8 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 9 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 10 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 11 は本発明に係るハニカムフィルターの更に別の形態を示す模式的な平面一部拡大図である。

図 12 は圧力損失と単位フィルター面積当たりの P M 堆積量の関係を示す図である。

図 13 (a) は従来のハニカムフィルターを示す模式的な斜視図、図 13 (b) はその X b 部を拡大した模式的な平面一部拡大図である。

図 14 は従来のハニカムフィルターを示す模式的な平面一部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に従って、本発明のハニカムフィルターを詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。なお、以下において断面とは、特に断りのない限り流通孔の長手方向（図 1 (a) における X 軸方向）に対する垂直の断面を意味する。

本発明のハニカムフィルターは、図 1 (a)、(b) に示すように、被処理流体の流入端面 4 2 及び流出端面 4 4 と、流入端面 4 2 から流出端面 4 4 まで延びる多孔質の隔壁 2 と、隔壁 2 により仕切られ流入端面 4 2 から流出端面 4 4 まで貫通する多数の流通孔 3 a 及び 3 b とを有する。更に、図 2 及び図 3 に示すように、流入端面 4 2 において所定の流通孔 3 a が封止されており、流出端面 4 4 において残余の所定の流通孔 3 b が封止されている。なお、図 1 (a)、(b) 及び以下の図面において、黒く塗りつぶした流通孔がその端面で封止されている流通孔を示す。

本発明の重要な特徴は、例えば図 2 及び図 3 に示す、流入端面 4 2 において封

止されている流通孔 3 a の断面積の合計を A (mm^2)、流出端面 4 4 において封止されている流通孔 3 b の断面積の合計を B (mm^2) とした場合に、 $A < B$ の関係であることである。換言すれば、被処理流体が流入する流通孔の断面積の合計が、被処理流体が流出する流通孔の断面積の合計よりも大きいことである。

この様な構成とすることにより、フィルターの役割を有する隔壁の表面積を大きくすることができ、被処理流体が流入する流通孔内に面する隔壁の表面積に対する、隔壁に堆積する堆積物の割合を小さくすることができる。これにより、ハニカムフィルターを使用する際の経時的な圧力損失の増加を抑制することができる。

本発明者が、図 1 3 (a) 及び (b) に示すような従来構造で、セル密度 (単位断面積当たりの流通孔の数) の異なる種々の D P F 用ハニカムフィルターを用いて圧力損失の経時変化を詳細に検討した結果、圧力損失は、(PM の付着重量) / (隔壁の表面積)、即ち、PM の隔壁上への堆積厚さに大きく依存することを見出した。そして、被処理流体が流入する流通孔の断面積を被処理流体が流出する流通孔の断面積よりも大きくすることにより、隔壁の厚さを減少させなくても、PM が堆積する隔壁の表面積を大きくすることができ、経時的な圧力損失の増加を抑制することができることを見出した。

本発明は、 $A < B$ の関係、即ち被処理流体が流入する流通孔の断面積の合計 (B) が、被処理流体が流出する流通孔の断面積の合計 (A) よりも大きいことを重要な特徴とするが、 A と B との差が少なすぎると本発明の効果が得られにくくなるため、 $(A \times 1.1) \leq B$ 、更には $(A \times 1.3) \leq B$ 、特に $(A \times 1.5) \leq B$ であることが好ましい。また、 A と B との差が大きすぎると、実質的に被処理流体が流出する流路が狭くなりすぎ、結果として初期の圧力損失が大きくなりすぎ好ましくない。従って、 $B \leq (A \times 1.5)$ 、更には $B \leq (A \times 1.0)$ 、特に $B \leq (A \times 6.5)$ 、更に特に $B \leq (A \times 2.5)$ であることが好ましい。

また、例えば図 2 及び図 3 において、流入端面 4 2 において封止されている流通孔 3 a の 1 個当たりの平均断面積を C ($\text{mm}^2 / 1$ 流通孔)、流出端面 4 4 において封止されている流通孔 3 b の 1 個当たりの平均断面積を D ($\text{mm}^2 / 1$ 流通孔) とした場合に、 $C < D$ の関係であること、即ち、被処理流体が流入する 1

個の流通孔 3 b の平均断面積が、被処理流体が流出する 1 個の流通孔 3 a の平均断面積よりも大きいことが、隔壁の表面積を大きくすることができる点で好ましい。この場合も、 C と D との差が少なすぎると本発明の効果が得られにくくなるため、 $(C \times 1.1) \leq D$ 、更には $(C \times 1.3) \leq D$ 、特に $(C \times 1.5) \leq D$ であることが好ましく、 C と B との差が大きすぎると、初期の圧力損失が大きくなりすぎるため、 $D \leq (C \times 1.5)$ 、更には $D \leq (C \times 1.0)$ 、特に $D \leq (C \times 6.5)$ 、更に特に $D \leq (C \times 2.5)$ であることが好ましい。

上述のような本発明の構成とするための好ましい形態は、例えば任意の一の隔壁、例えば図 4 における隔壁 2 x を挟んだ両側の流通孔 3 a x 及び 3 b x が互いに反対側の端面、即ち 3 a x は流入端面、3 b x は流出端面において封止されており、被処理流体が流入する流通孔 3 b x の断面形状と被処理流体が流出する流通孔 3 a x の断面形状を異なる形状とした形態である。この様な形態とすることにより、隔壁をフィルターとして有効に使うことができ、更に被処理流体が流入する流通孔の断面積を大きくとることができる。更に、本発明のハニカムフィルターは、隔壁の断面形状が所定形状、例えば図 5 における Y で示される点線枠内の形状を一単位として、その形状の繰り返しにより構成されていることが好ましい。この様な構成とすることにより、異なる大きさ及び形状の流通孔を規則正しく組み合わせることができ、隣り合う流通孔が互いに反対側の端面で封止され、かつ被処理流体が流入する流通孔が大きな断面を有する構成とすることができる。

この様な形態とするための流通孔の断面形状に特に制限はないが、好ましい形態としては、例えば被処理流体が流入する流通孔を 1 又は 2 種類以上、好ましくは 1 又は 2 種類の所定形状とし、これに隣接する、被処理流体が流出する流通孔を 1 又は 2 種類以上、好ましくは 1 又は 2 種類の所定形状とし、この繰り返しによりハニカムフィルターの断面が形成される形態が考えられる。具体的には、例えば図 2 に示すように、流通孔 3 b を六角形とし、これと隔壁を挟んで隣接する流通孔 3 a を三角形とする形態、図 4 及び図 5 に示すように、流通孔 3 b を内角が凹角である頂点を有する多角形、例えば八角形としこれと隔壁を挟んで隣接する流通孔 3 a を四角形とする形態、図 6 及び図 7 に示すように、流通孔 3 b を円

形とし、これと隔壁を挟んで隣接する流通孔 3 a を 4 本又は 3 本の凹状円弧で囲まれた形状とする形態などが挙げられる。

本発明における更に別の好ましい形態は、図 8 に示すように、流通孔の断面形状が四角形であって、被処理流体が流入する流通孔 3 b が、大きな流通孔 3 b₁ 及びこれよりも小さな流通孔 3 b₂ を備える形態である。特に、大きな流通孔 3 b₁ の角部 4 b₁ と小さな流通孔 3 b₂ の角部 4 b₂ が隔壁 2 の交差部 5 を挟んで対向する位置にある形態が好ましい。

ハニカムフィルターを DPF 等に用いる場合、PM 等が流入端面に溜まり、ブリッジングを起こすことにより、被処理流体が流入する流通孔の開口部を閉塞させてしまう場合があり、総ての流通孔が閉塞してしまうと大きな問題となる。図 8 に示すように、異なる大きさの、被処理流体が流入する流通孔 3 b₁ 及び 3 b₂ を備えることにより、全体のセル密度を下げずに、大きな開口部を有する流通孔 3 b₁ を備えることができ、閉塞を効果的に抑制できる。

また、DPF を用いたディーゼル排ガスの浄化システムにおいて、排ガス中に PM の燃焼を促進させる触媒を含ませることにより、DPF に溜まった PM の燃焼を促進させる方法が提案されているが、この方法では、触媒成分に由来する成分（アッシュ）が、被処理流体が流入する流通孔に堆積する。このアッシュは、PM と異なり、流通孔内の封止部上に堆積するため、被処理流体が流入する流通孔の体積が大きいことが、アッシュの堆積による圧力損失の増大を抑制するためには効果的となり、この意味においても本発明のハニカムフィルターは有効である。

また、図 8 に示すような形態は、ハニカムフィルターの強度という観点からも優れている。更に、このハニカム構造は、押出成形する際の口金の作成も比較的容易であり、成形性も良好であるという利点を有する。

本発明における更に別の好ましい形態を図 9 に示す。図 9 に示す形態は、被処理流体が流出する流通孔の断面形状が四角形であり、この流通孔 3 a x と隔壁 2 x の面を挟んで隣接し被処理流体が流入する流通孔 3 b x が八角形となる形態である。このような形態も、被処理流体が流入する流通孔の断面積を大きくできるとともに、口金の作成が容易であり、成形性も良好であるという利点を有する。

本発明における更に別の好ましい形態を図10に示す。図10に示す形態は、流通孔の断面形状が三角形であり、被処理流体が流出する2つの流通孔 $3a_{x1}$ 及び $3a_{x2}$ が、被処理流体が流入する流通孔 $3bx$ の一面を形成する隔壁 $2x$ を挟んで隣接するように配置される形態である。このような形態は、口金の作成、成形性の点で図8及び9に示す形態に較べ若干劣るものの、隔壁を有効に利用でき、被処理流体が流入する面のフィルター面積を広くすることができるという利点を有する。

本発明における更に別の好ましい形態を図11に示す。図11に示す形態は、断面形状が六角形と四角形である2種類の、被処理流体が流入する流通孔 $3b_1$ 、 $3b_2$ を備える。また、断面形状が四角形と三角形である2種類の、被処理流体が流出する流通孔 $3a_1$ 、 $3a_2$ を備える。そして、被処理流体が流出する、2つの断面四角形の流通孔 $3a_1$ 及び4つの断面三角形の流通孔 $3a_2$ が、被処理流体が流入する断面六角形の流通孔 $3b_1$ と隔壁面を挟んで隣接するように配置され、被処理流体が流出する、2つの断面四角形の流通孔 $3a_1$ 及び2つの断面三角形の流通孔 $3a_2$ が、被処理流体が流入する断面四角形の流通孔 $3b_2$ と隔壁面を挟んで隣接するように配置される。このような形態は、口金の作成、成形性の点で若干劣るものの、異なる大きさの被処理流体が流入する流通孔を備えるため、全体のセル密度を下げずに、大きな開口部を有する流通孔を備えることができ、流通孔の閉塞を効果的に抑制できる。

なお、図2～11に具体的な好ましい流通孔の形態を示したが、ハニカムフィルターの総ての流通孔がこのような形態である必要はなく、特に図1(b)に示すように、ハニカムフィルター全体の断面形状に対応して、外周部の流通孔は不完全な形となり得るため、上述のような好ましい形態とはならない場合がある。このような場合でも、上述のような好ましい形態が断面流通孔全体の30体積%以上を占めていると効果が現われ、更に50体積%以上、更に特に70体積%以上が上述のような形態であることが好ましい。

本発明のハニカムフィルターの平均セル密度に特に制限はないが、平均セル密度が小さすぎると、フィルターとしての強度及び有効GSA（幾何学的表面積）が不足し、平均セル密度が大きすぎると、初期の圧力損失が大きくなりすぎ好ま

しくない。従って、セル密度は、 $6 \sim 2000$ セル/平方インチ ($0.9 \sim 311$ セル/ cm^2)、更には $50 \sim 1000$ セル/平方インチ ($7.8 \sim 155$ セル/ cm^2)、特に $100 \sim 400$ セル/平方インチ ($15.5 \sim 62.0$ セル/ cm^2)の範囲であることが好ましい。

本発明は、圧力損失の経時的な増加の抑制を図るものであるが、初期の圧力損失を低くすることも重要であり、初期の圧力損失は、ハニカムフィルターの断面において、被処理流体が流入する流通孔の断面積、即ちA (mm^2)、被処理流体が流出する流通孔の断面積、即ちB (mm^2)及び隔壁の断面積、即ちE (mm^2)の比率にも大きく依存する。また、隔壁の断面積が小さければ圧力損失は小さくなるが、ハニカムフィルターの強度が低下する。従って、A : B : Eは、 $4 \sim 30 : 32 \sim 57 : 7 \sim 64$ であることが好ましく、より好ましくは、 $10 \sim 30 : 37 \sim 57 : 15 \sim 50$ 、更に好ましくは、 $15 \sim 30 : 42 \sim 57 : 25 \sim 45$ の範囲である。

本発明における図1(a)～図3に示すような形態において、被処理流体が流入する流通孔1個当たりの断面積を、図13(b)に示すような従来のフィルターにおける断面積と同等とし、被処理流体が流出する流通孔の断面積をこれより小さくした場合に、隔壁の厚さを従来と同等の厚さにすると、フィルター全体の断面積における隔壁の断面積の占める割合は相対的に大きくなる。従って、従来のフィルターと同等の強度を得ようとする場合に、隔壁の厚さを薄くすることができ、初期の圧力損失を低下させることができる。従って、このような形態において、被処理流体が流入する流通孔1個当たりの断面積、即ちD ($\text{mm}^2/1$ 流通孔)を、断面における隔壁の平均厚さ、即ちF (mm)で割った値は、 5.5 ($\text{mm}/1$ 流通孔)以上であることが好ましく、 6.0 ($\text{mm}/1$ 流通孔)以上であることがより好ましく、 6.5 ($\text{mm}/1$ 流通孔)以上であることが更に好ましい。

本発明における隔壁の厚さの絶対値には特に制限はないが、隔壁が厚すぎると多孔質の隔壁を被処理流体が透過する際の初期圧力損失が大きくなりすぎ、隔壁が薄すぎると強度が不足し各々好ましくない。隔壁の厚さは、 $30 \sim 2000 \mu\text{m}$ 、更には $40 \sim 1000 \mu\text{m}$ 、特に $50 \sim 750 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ま

しい。また、図1(a)に示すような外周壁7は、ハニカムフィルターの強度向上の観点から、隔壁2よりも厚いことが好ましく、 $45 \sim 6000 \mu\text{m}$ 、更には $60 \sim 4000 \mu\text{m}$ 、特に $75 \sim 2000 \mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。なお、外周壁は成形時に隔壁と一体的に形成させる成形一体壁だけでなく、成形後に、外周を研削して所定形状とし、セメント等で外周壁を形成するセメントコート壁でもよい。

本発明のハニカムフィルターの隔壁は多孔質体であるが、隔壁の気孔径に特に制限はなく、当業者であれば用途に合わせて適宜選択することができる。一般に、気孔径は被処理流体の粘度や分離すべき対象物によって選択することができ、例えばDPFに用いる場合は平均値で $1 \sim 100 \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。水の浄化用に用いる場合は、 $0.01 \sim 10 \mu\text{m}$ 程度とすることが好ましい。

本発明において気孔率は重要であり、初期の圧力損失に大きな影響を与える。気孔率が小さすぎると初期圧力損失が大きすぎ好ましくない。例えばDPFに用いる場合の好ましい気孔率は20%以上、より好ましくは30%以上、更に好ましくは40%以上である。また、本発明においては、隔壁の厚さを薄くして気孔率を上げることも、初期の圧力損失を小さくする観点から好ましい形態であり、例えば隔壁の厚さが0.5mm以下、より好ましくは0.45mm以下、更に好ましくは0.4mm以下であって、気孔率が30%以上、より好ましくは40%以上であることも好ましい。一方気孔率が大きすぎると強度が不足しすぎるため、気孔率は90%以下であることが好ましい。更に、触媒を担持してパティキュレートを連続して燃焼させる方式のフィルター等、圧力損失を低く抑えなければならないフィルターとして用いる場合には、気孔率が30~90%の範囲にあることが好ましく、気孔率が50~80%の範囲にあることが更に好ましく、気孔率が50~75%の範囲にあることが特に好ましい。また、排ガス中にPMの燃焼を促進させる触媒を含ませる方式において本発明のハニカムフィルターを使用する場合には、PM燃焼時に生じる大きな熱応力に耐えられるよう、ち密で高強度な材料が必要となる。このような材料の気孔率は20~80%が好ましく、25~70%が更に好ましく、30~60%が特に好ましい。なお、本発明において、気孔率は、体積%を意味する。

本発明において、ハニカムフィルターを構成する材質に特に制限はないが、強度、耐熱性、耐久性等の観点から、主成分は酸化物又は非酸化物の各種セラミックスや金属等が好ましく、具体的には例えばコーージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪素、リチウムアルミニウムシリケート及びチタン酸アルミニウム等が考えられ、金属としてはFe-Cr-Al系金属及び金属珪素等が考えられ、これらの中から選ばれた1種又は2種以上を主成分とすることが好ましい。更に高強度、高耐熱性等の観点からは、主成分が、アルミナ、ムライト、リチウムアルミニウムシリケート、コーージェライト、炭化珪素及び窒化珪素からなる群から選ばれた1種又は2種以上であることが好ましく、熱伝導率及び耐熱性の観点からは、炭化珪素又は珪素-炭化珪素複合材料が特に適している。ここで、「主成分」とは、ハニカムフィルターの50質量%以上、好ましくは70質量%以上、更に好ましくは80質量%以上を構成することを意味する。

流通孔が封止されることにより形成される封止部の材質にも特に制限はないが、上述のハニカムフィルターの隔壁に好適なものとして挙げたセラミックス及び金属の中から選択された1種又は2種以上のセラミックス及び/又は金属を含むものが好ましい。

本発明のハニカムフィルターに堆積した堆積物を除去するような場合、ハニカムフィルターに触媒、例えば触媒能を有する金属等を担持させることが好ましい。特に、ハニカムフィルターをDPFとして用いる場合、ハニカムフィルター内に捕捉されたPMを燃焼させてハニカムフィルターを再生するために、PMの燃焼を促進させる能力を有する触媒を含むことが好ましい。この様な触媒の具体例としては、例えばPt、Pd、Rh等が挙げられ、これらのうちの少なくとも1種をハニカムフィルターに担持させることが好ましい。

本発明のハニカムフィルターは、複数のセグメントを一体化させたものや、スリットを有するものであることも好ましい。複数のセグメントに分割しこれを一体化したものとすることやスリットを入れたものとするにより、熱応力を分散させ熱応力によるクラックを防止することができる。ハニカムフィルターをセグメント化し、これを一体化する場合の各セグメントの大きさや形状に制限はないが、各セグメントが大きすぎると、セグメント化によるクラック防止効果が十

分に発揮されず、小さすぎると各セグメントの製造や接合による一体化が煩雑となり好ましくない。好ましいセグメントの大きさは、断面積が $900 \sim 1000 \text{ mm}^2$ 、更に好ましくは $900 \sim 5000 \text{ mm}^2$ 、最も好ましくは $900 \sim 3600 \text{ mm}^2$ であり、ハニカムフィルターの70容量%以上が、この大きさのハニカムセグメントから構成されていることが好ましい。セグメントの好ましい形状は、例えば、断面形状が四角形状、即ちセグメントが四角柱状であるものを基本形状とし、一体化した場合のハニカムフィルターの形状に合わせて外周側のセグメントの形状を適宜選択することができる。また、ハニカムフィルター全体の断面形状に特に制限はなく、図1(b)に示すような円形状に限られず、例えば楕円形状の他、レーストラック形状、長円形状等の略円形状の他、四角形状、六角形状などの多角形状とすることもできる。

本発明のハニカムフィルターの製造方法に特に制限はないが、例えば以下のような方法により製造することができる。

ハニカムフィルターの原料粉末として、前述の好適な材料の中から選ばれた材料、例えば炭化珪素粉末を使用し、これにバインダー、例えばメチルセルロース及びヒドロキシプロポキシルメチルセルロース等を添加し、更に界面活性剤及び水を添加し、可塑性の坯土を作製する。この坯土を押出成形することにより、上述のような所定の隔壁及び流通孔の断面形状を有するハニカム構造の成形体を得る。これを、例えばマイクロ波及び熱風で乾燥後、隣接する流通孔が互いに反対側となる一方の端部でハニカムフィルターの製造に用いた材料と同様の材料で封止し、更に乾燥した後、例えば窒素雰囲気中で加熱脱脂し、その後アルゴン等の不活性雰囲気中で焼成することにより本発明のハニカムフィルターを得ることができる。焼成温度及び焼成雰囲気は原料により異なり、当業者であれば、選択されたセラミック原料に適切な焼成温度及び焼成雰囲気を選択することができる。

ハニカムフィルターを複数のセグメントが一体化された構成とするためには、上記の方法でセグメントを得た後、得られたセグメントを、例えばセラミックスセメントを用いて接合し、乾燥硬化することによってハニカムフィルターを得ることができる。この様にして製造されたハニカムフィルターに触媒を担持させる方法は、当業者が通常行う方法でよく、例えば触媒スラリーをウォッシュコート

して乾燥、焼成することにより触媒を担持させることができる。

次に、具体例を基に、本発明を更に具体的に説明する。

直径14.4mm×長さ15.2mmの円筒形状であって、流通孔の断面形状が図13(b)に示すような正方形であり、かつ隣接する流通孔が互いに反対側の端面で封止されており、セル密度、セルピッチ p 及び隔壁厚さ t が各々表1に示す寸法のハニカムフィルターA～Fを作成した。これらのフィルターの流通孔3bに面する隔壁面の面積を計算した結果もフィルター面積として表1に示した。これらのハニカムフィルターをディーゼルエンジンの排気管に取り付け、ハニカムフィルター内へのPMの堆積量と圧力損失を測定し、圧力損失と単位フィルター面積当たりのPM堆積量を図12に示した。図12より、隔壁厚さが同一であれば、圧力損失増加の傾きがほぼ同一となり、圧力損失は単位フィルター面積当たりのPM堆積量に直接依存して増加することがわかる。従って、フィルター面積を大きくすることにより、圧力損失の増加を抑制できることがわかる。

(表 1)

ハニカムフィルター	隔壁厚さ、t(mm)	セル密度(セル/cm ²)	セルピッチ、p(mm)	フィルター面積(m ²)
A	0.384	32.2	1.76	2.05
B	0.389	31.0	1.80	2.02
C	0.384	38.0	1.62	2.18
D	0.371	39.4	1.59	2.23
E	0.376	47.1	1.46	2.35
F	0.302	47.3	1.45	2.52

ここで、流通孔の断面形状を図2に示す六角形と三角形を組み合わせた形状とし、隔壁厚さ、セル密度、ハニカムフィルター全体の直径及び長さをハニカムフィルターAと同一とした場合のフィルターをハニカムフィルターGとして、フィルター面積を計算すると 3.11 m^2 となった。従って、ハニカムフィルターAに較べて、ハニカムフィルターGは約1.52倍フィルター面積を大きくすることができる。従って、ハニカムフィルターGの圧力損失の増加率は従来のハニカムフィルターAに較べて $1/1.52$ に軽減できることがわかる。

図8～11に示した形態について、隔壁の有効利用度、強度、口金作成の容易性、成形の容易性、アッシュ堆積容量を検討した結果を表2に示す。なお、強度、口金作成の容易性、成形性の観点からは、隔壁の断面が円形などの曲線形状よりも直線形状であることが好ましい。

(表2)

実施形態	図8	図9	図10	図11
隔壁の有効利用度	高	中	高	高
ハニカムフィルターの強度	高	低	低	低
口金作成の容易性	高	高	中	中
成形の容易性	高	高	中	中
アッシュ堆積容量	中	中	高	高

更に、図14に示すような従来の形態において、隔壁の厚さ(t)を 15 mil (0.381 mm)、セル密度を 200 セル/平方インチ (31.1 セル/cm^2)とした場合の形態におおよそ対応する形態として、強度や成形性なども勘案し、図8～11に示した形態に基づく具体的な寸法を算出した。表3にその結果を示す。アッシュの堆積容量や流通孔の開口部の閉塞の防止という観点からは、表3に示すように被処理流体が流入する流通孔の断面積Bと被処理流体が流出する流通孔の断面積Aとの比率が低くても十分な効果が得られ、強度、口金作成の容易性、成形性及び初期の圧力損失を考慮に入れると $(A \times 1.1) \leq B \leq (A \times 6.5)$ 、更に $(A \times 1.1) \leq B \leq (A \times 2.5)$ の範囲も好適な範囲である。

(表 3)

実施形態	図14(従来例)	図8	図9	図10	図11
隔壁厚さ、t、(mm)	0.381	0.381	0.381	0.285	0.381
流入流通孔断面形状	正方形	正方形	八角形	正三角形	六角形、四角形
流出流通孔断面形状	正方形	正方形	四角形	正三角形	三角形、四角形
一辺の長さ(mm)	W:1.419	W ₁ :2.238	W ₁ :1.145	W:2.300	W ₁ :1.267
		W ₂ :0.600	W ₂ :0.806		W ₂ :2.350
					W ₃ :1.648
					W ₄ :2.854
A:B	1:1	1:2	1:2	1:6.2	1:2

産業上の利用可能性

以上述べてきたように本発明のハニカムフィルターは、被処理流体が流入する流通孔の断面積が、流出する流通孔の断面積よりも大きいため、隔壁厚さ等の他の条件を同一とした場合でも、フィルター面積を大きくすることができ、圧力損失の経時的な増加を抑制することができる。なお、本発明を主にDPF用のハニカムフィルターを例に説明してきたが、本発明はフィルター面積を大きくすることにより、また被処理流体が流入する流通孔の断面積及び体積を大きくすることにより、圧力損失の経時的な増加を抑制するものであり、DPF以外のハニカムフィルターにも適用できることはいうまでもない。

請 求 の 範 囲

1. 被処理流体の流入端面及び流出端面と、前記流入端面から前記流出端面まで延びる多孔質の隔壁と、前記隔壁により仕切られ、前記流入端面から前記流出端面まで貫通する多数の流通孔とを有し、前記流入端面において所定の流通孔が封止されており、前記流出端面において残余の所定の流通孔が封止されているハニカムフィルターであって、前記流入端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面積の合計をA (mm²)、前記流出端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面積の合計をB (mm²)とした場合に

$$A < B$$

の関係であることを特徴とするハニカムフィルター。

2. 前記BがAに対して、

$$(A \times 1.1) \leq B \leq (A \times 1.5)$$

の範囲である請求項1に記載のハニカムフィルター。

3. 流入端面において封止されている流通孔1個当たりの、流通孔の長手方向に対する垂直断面における平均面積をC (mm²/1流通孔)、流出端面において封止されている流通孔1個当たりの、前記垂直断面における平均面積をD (mm²/1流通孔)とした場合に、

$$C < D$$

の関係である請求項1又は2に記載のハニカムフィルター。

4. 一の隔壁を挟んだ両側の流通孔が互いに反対側の端面において封止されており、流入端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面形状と、流出端面において封止されている流通孔の長手方向に対する垂直断面形状が異なる請求項1乃至3の何れか一項に記載のハニカムフィルター。

5. 流通孔の長手方向に対する垂直断面における隔壁の断面形状が、所定形状を一単位とした繰り返しにより構成されている請求項4に記載のハニカムフィルター。

6. 流通孔の長手方向に対する垂直断面における隔壁の断面積の合計をE (mm²)とした場合に、前記A (mm²)と前記B (mm²)と前記E (mm²)との

関係が、

$$A : B : E = 4 \sim 30 : 32 \sim 57 : 7 \sim 64$$

の範囲である請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

7. 流通孔の長手方向に対する垂直断面における隔壁の平均厚さを F (mm) とした場合に、前記 D ($\text{mm}^2 / 1$ 流通孔) と前記 F (mm) との関係が、

$$D / F \geq 5.5 \text{ (mm} / 1 \text{ 流通孔)}$$

である請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

8. 隔壁の気孔率が 20 % 以上である請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

9. 隔壁がセラミックス及び／又は金属を主成分とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

10. 前記主成分が、コージェライト、ムライト、アルミナ、スピネル、炭化珪素、窒化珪素、リチウムアルミニウムシリケート、チタン酸アルミニウム、 $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{Al}$ 系金属及び金属珪素から選ばれる 1 種又は 2 種以上である請求項 9 に記載のハニカムフィルター。

11. 隔壁上に触媒が担持されている請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

12. 複数のハニカム構造のセグメントが一体化されてなる請求項 1 乃至 11 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

13. ハニカムフィルターが、ディーゼルエンジンから排出される微粒子捕捉用である請求項 1 乃至 12 の何れか 1 項に記載のハニカムフィルター。

1/13

図 1 (a)

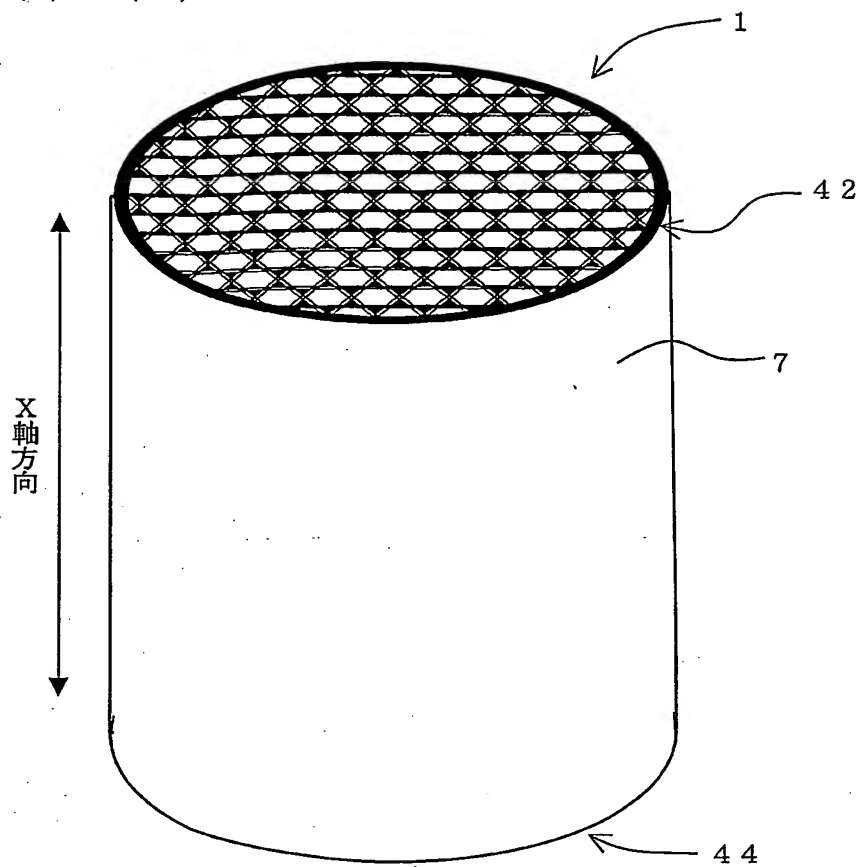
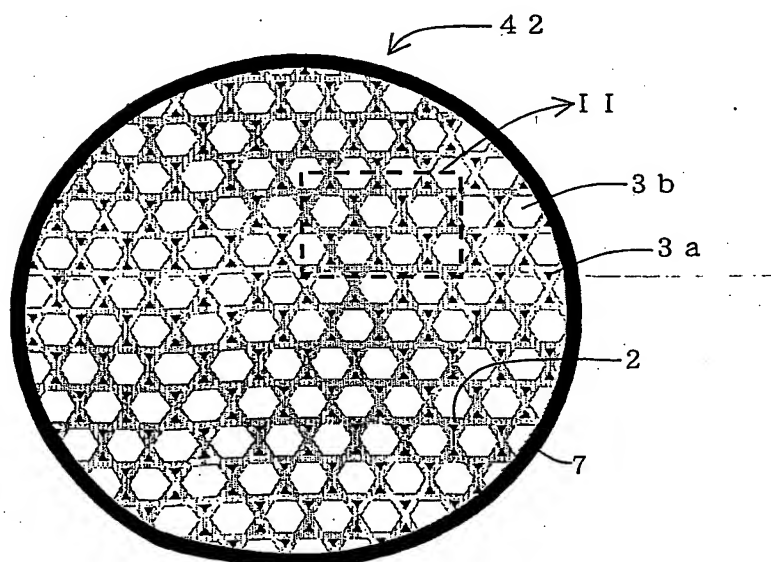


図 1 (b)



2/13

図 2

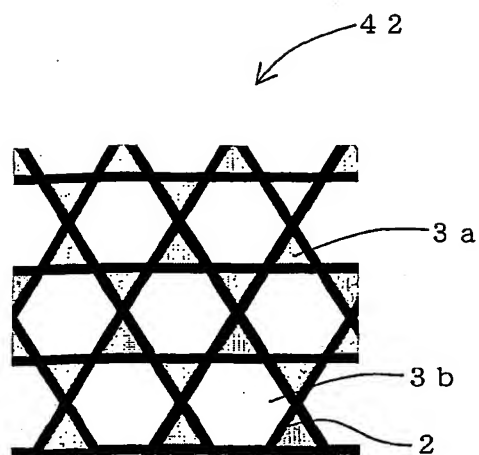


図 3

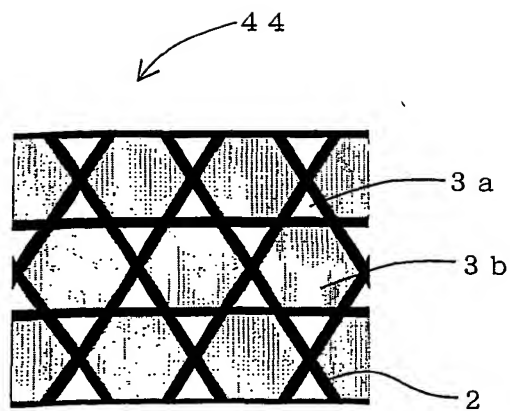


図 4

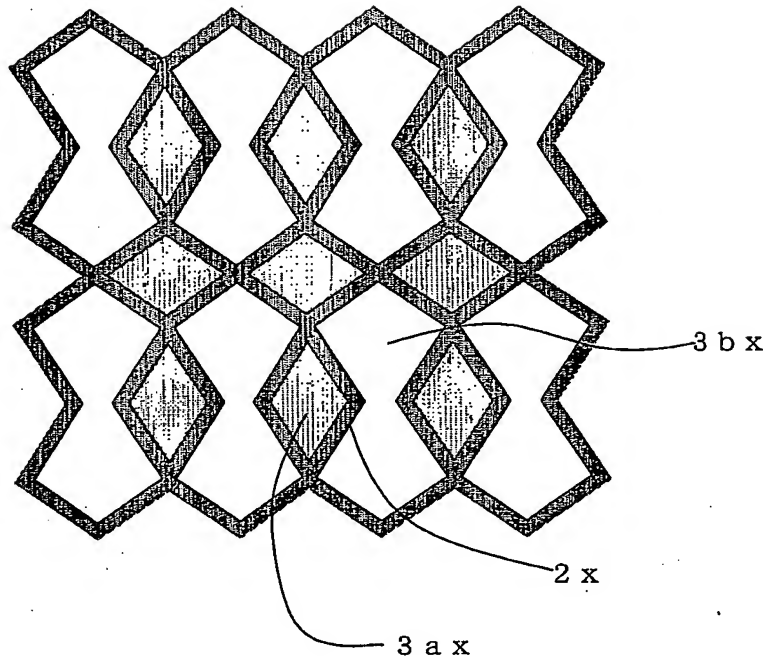
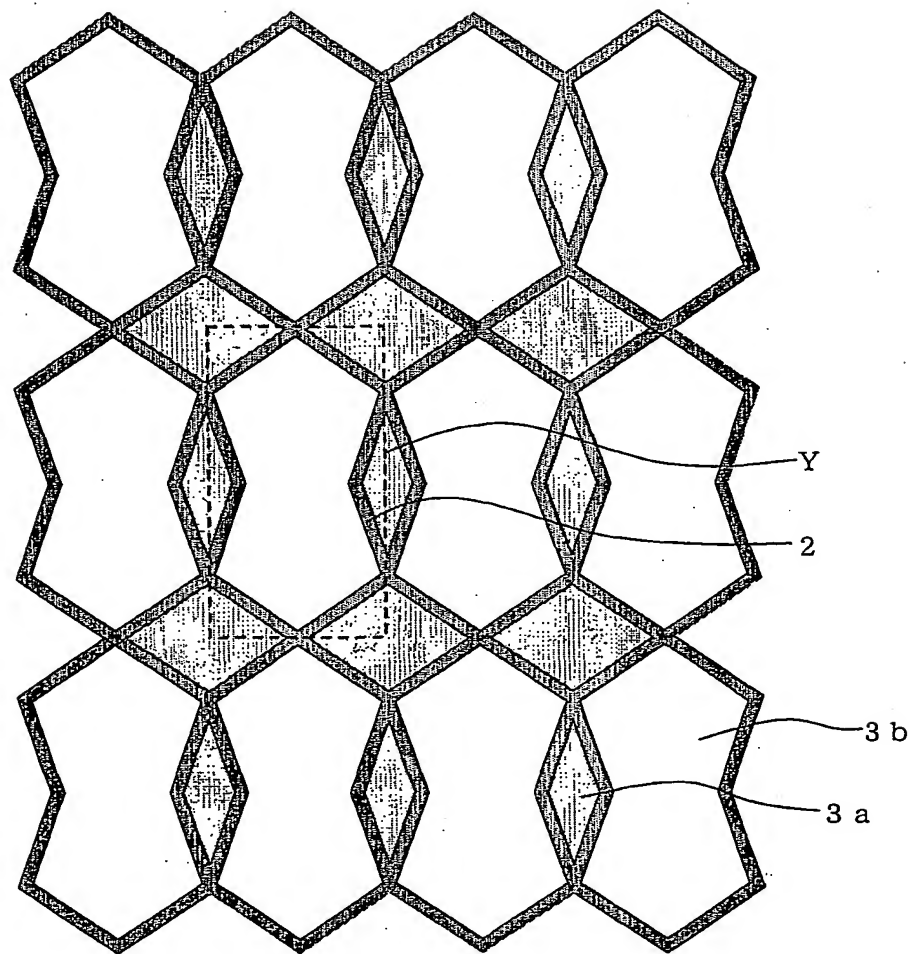


図 5



5/13

図 6

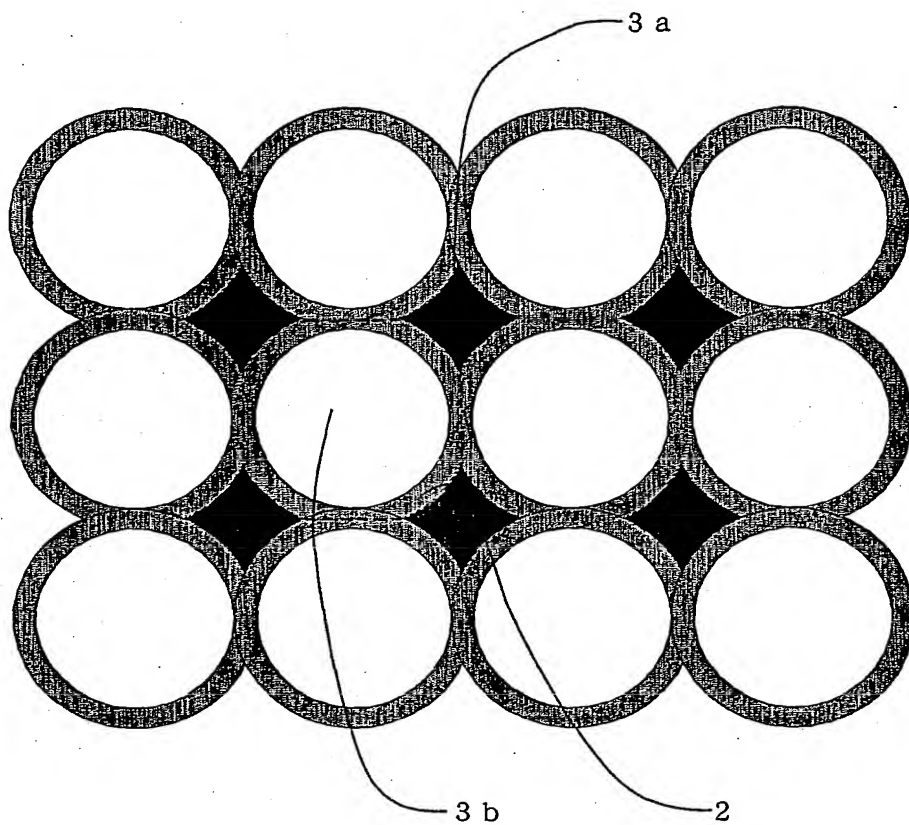


図 7

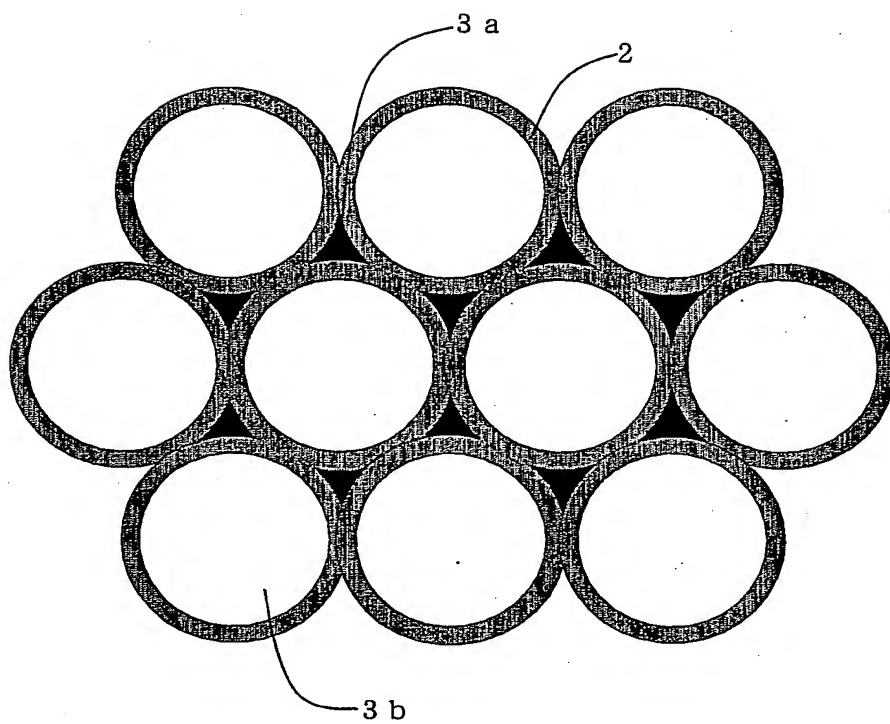


図 8

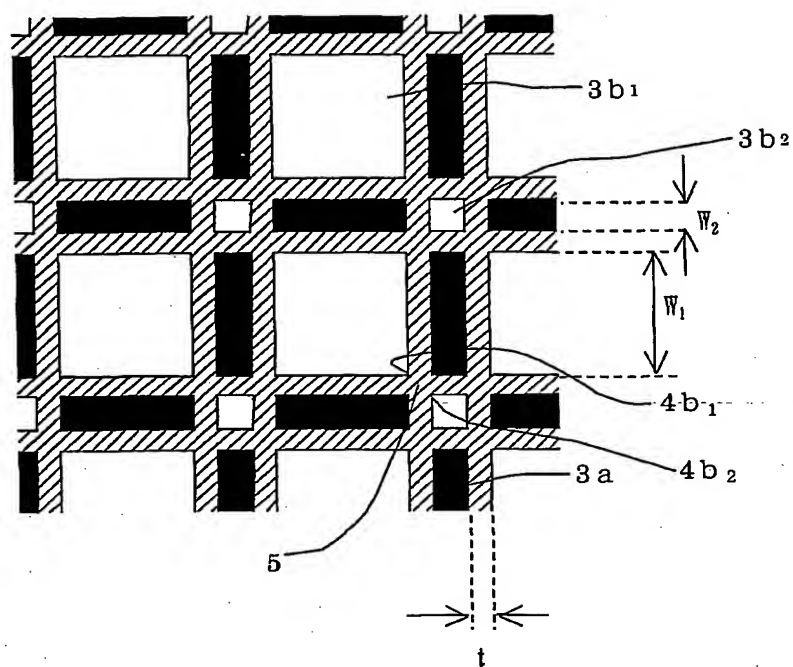
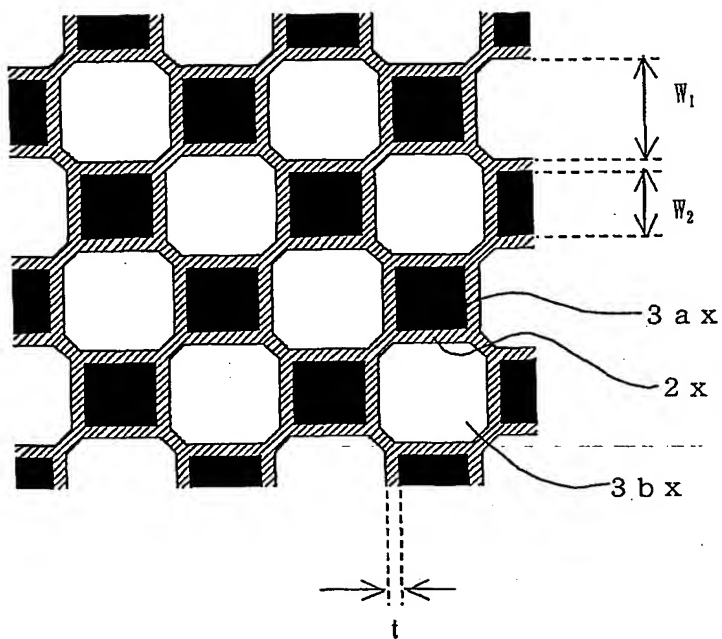
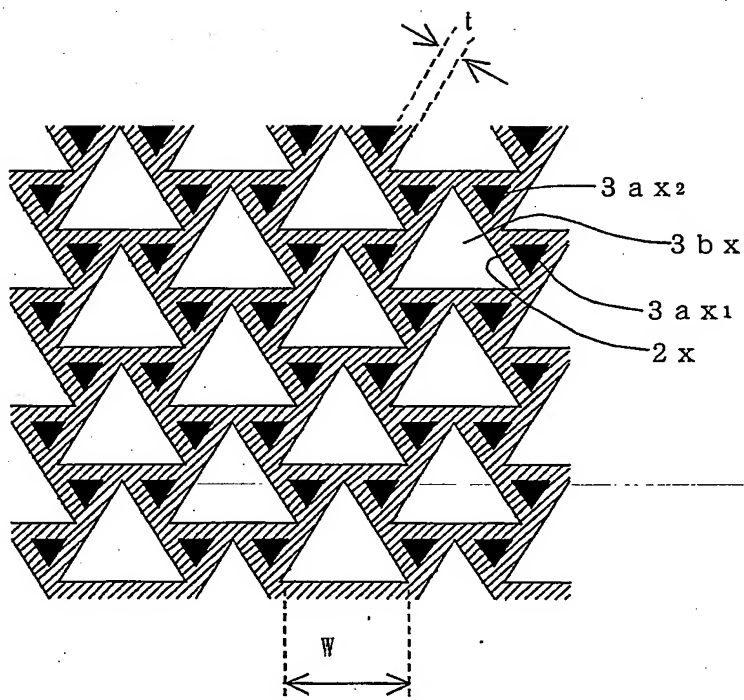


図 9



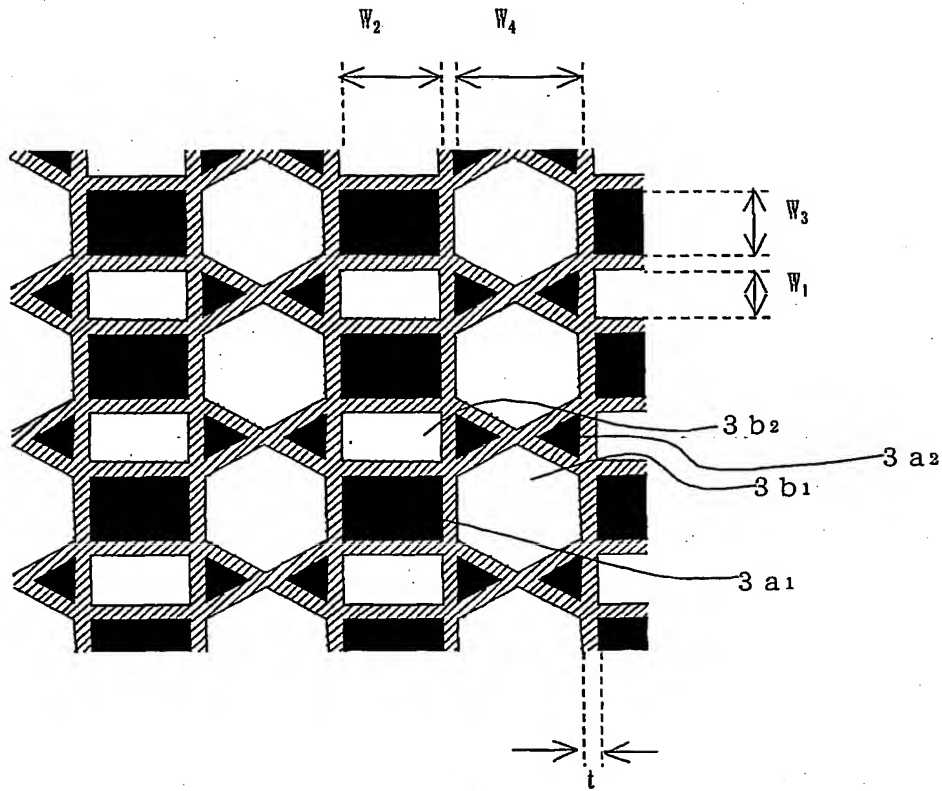
9/13

図 10



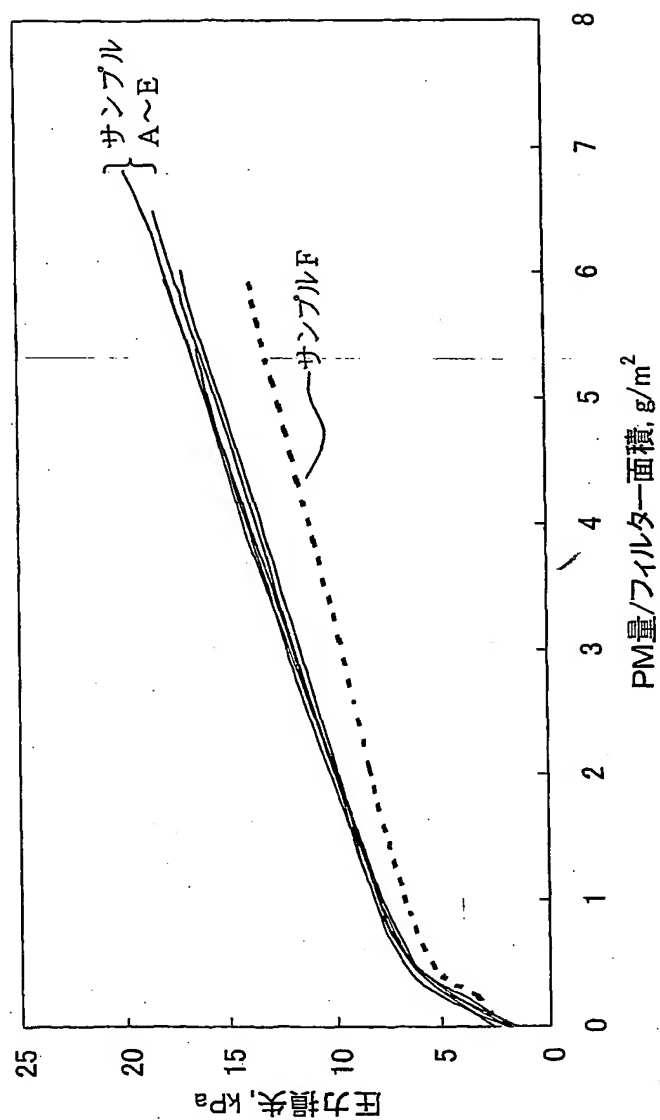
10/13

図 1 1



11/13

図 12



12/13

図 13 (a)

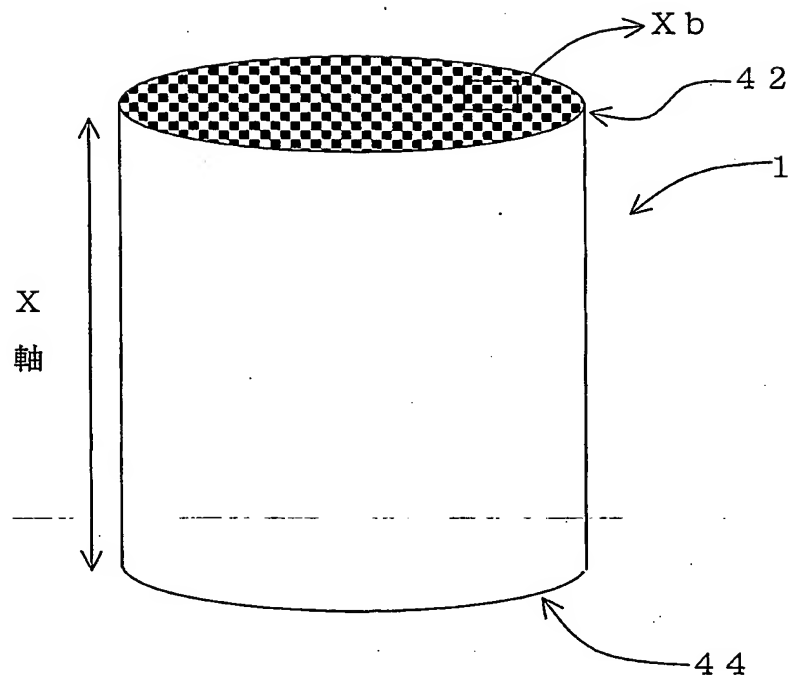


図 13 (b)

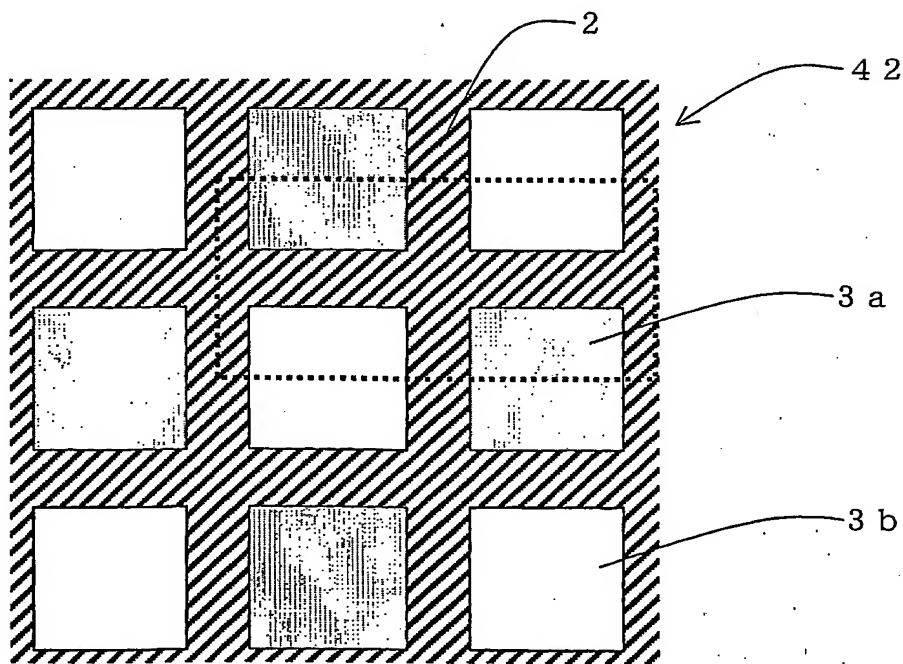
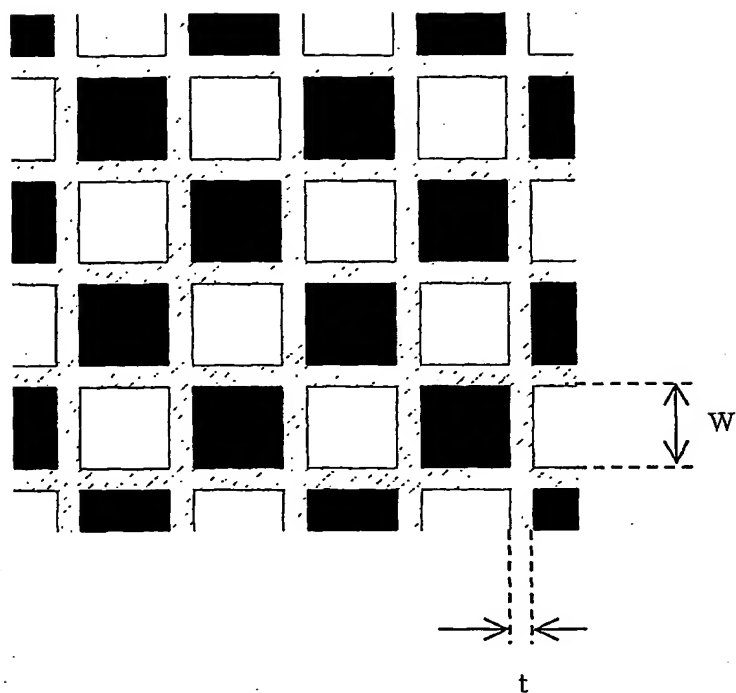


図 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03321

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B01D39/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 61-033209 A (NIPPON DENSO CO., LTD.), 17 February, 1986 (17.02.86), Claims; page 1, lower right column, lines 10 to 14; page 3, upper left column, line 16 to page 4, upper right column, line 16 (Family: none)	1-3, 9, 10, 13 4, 5, 8, 11, 12 6, 7
Y	US 4643749 A (NIPPON DENSO CO., LTD.), 17 February, 1987 (17.02.87), Full text & JP 61-000424 A	4, 5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not
considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing
date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is
cited to establish the publication date of another citation or other
special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other
means
"P" document published prior to the international filing date but later
than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or
priority date and not in conflict with the application but cited to
understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered novel or cannot be considered to involve an inventive
step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be
considered to involve an inventive step when the document is
combined with one or more other such documents, such
combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
03 June, 2003 (03.06.03)

Date of mailing of the international search report
17 June, 2003 (17.06.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03321

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 067502/1986(Laid-open No. 179318/1987) (Toyota Motor Corp.), 14 November, 1987 (14.11.87), Claims; page 5, line 12 to page 7, line 7; Fig. 2 (Family: none)	8
Y	EP 1174399 A1 (NGK INSULATORS, LTD.), 23 January, 2002 (23.01.02), Full text & JP 2001-206780 A & WO 01/53232 A1 & US 6395370 B	11,12
P,X	JP 2002-349231 A (Isuzu Motors Ltd.), 04 December, 2002 (04.12.02), Claims; page 3, left column, Par. No. [0021] to page 4, left column, Par. No. [0034] (Family: none)	1-3,9-11,13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D39/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B01D39/20, B01D46/00, F01N3/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996
 日本国公開実用新案公報 1971-2003
 日本国登録実用新案公報 1994-2003
 日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 61-033209 A (日本電装株式会社), 1986. 02. 17, 特許請求の範囲, 第1頁右下欄第10行- 第14行, 第3頁左上欄第16行-第4頁右上欄第16行, (ファミリーなし)	1-3, 9, 10, 13 4, 5, 8, 11, 12 6, 7
Y	US 4643749 A (NIPPONDENSO CO., LTD.), 1987. 02. 17, 全文 & JP 61-000424 A	4, 5

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等而言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの。

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

03. 06. 03

国際調査報告の発送日

17.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 新居田 知生

4Q 8618

電話番号 03-3581-1101 内線 3466

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	日本国実用新案登録出願 61-067502 号 (日本国実用新案 出願公開 62-179318 号) の願書に添付された明細書及び図 面のマイクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) , 1987. 11. 14, 実用新案登録請求の範囲, 第5頁第12行 -第7頁第7行, 第2図, (ファミリーなし)	8
Y	EP 1174399 A1 (NGK INSULATORS, LTD.) , 2002. 01. 23, 全文 & JP 2001-206780 A & WO 01/53232 A1 & US 6395370 B	11, 12
PX	JP 2002-349231 A (いすゞ自動車株式会社) , 2002. 12. 04, 特許請求の範囲, 第3頁左欄【0021】 -第4頁左欄【0034】 , (ファミリーなし)	1-3, 9-11, 13